



Antti Rimpeläinen

KESKUSVALMISTUSTUOTANTOSOLUN KEHITTÄMINEN

KESKUSVALMISTUSTUOTANTOSOLUN KEHITTÄMINEN

Antti Rimpeläinen

Opinnäytetyö

27.5.2011

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Oulun seudun ammattikorkeakoulu

Koulutusohjelma	Opinnäytetyö	Sivuja	+	Liitteitä
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma	Insinöörityö	38	+	1
Suuntautumisvaihtoehto	Aika			
Tuotanto ja logistiikka	2011			
Työn tilaaja	Työn tekijä			
Ouman Oy	Antti Rimpeläinen			
Työn nimi				
Keskusvalmistustuotantosolun kehittäminen				
Avainsanat				
Lean, tuotannon ohjaus, ergonomia, 5S				

Ouman Oy:n kehityksen kohde oli keskusvalmistustuotantosolun kehittäminen ja layout-suunnittelu. Työn tavoitteena oli kehittää keskusvalmistustuotantosolu vastaamaan nykyistä volyymia. Työssä käsiteltiin myös tuotantosolun taloudellista tarkastelua ja tuotannon ergonomian perusteita.

Työn alussa tuotannon toimintaa seurattiin ja tutustuttiin keskusvalmistustuotantosolun toimintaan ja valmistettaviin tuotteisiin. Tuotantosolun ongelmiin ja kehityskohteisiin päästiin tutustumaan haastattelemalla tuotantosolun työntekijöitä. Kehityskohteita löytyi useita, ja ne johtuivat pääsääntöisesti vanhan tuotantosolun ahtaudesta. Kehityskohteita oli varastojen visuaalinen ohjaus, pöytätilat, ergonomia ja materiaalivirrat.

Työssä suunniteltiin uusi keskusvalmistustuotantosolun layout, joka vastaa aiempaa tuotantosolua paremmin nykyistä volyymia. Ratkaisuksi saatiin laajemat pöytätilat, varastojen visuaalinen ohjaus ja selkeät materiaalivirrat.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
1.1 Lähtökohdat.....	6
1.2 Työn tavoitteet.....	6
2 TUOTANNON OHJAUS.....	8
2.1 JOT-tuotanto	8
2.2 Tuotannonohjaustavat	9
3 LEAN-AJATTELU	11
3.1 Tuotannon 7 hukkaa.....	11
3.2 Lean työkalut	12
3.2.1 5S	12
3.2.2 Visuaalinen ohjaus.....	13
4 ABC-ANALYYSI.....	15
5 ERGONOMIA.....	17
5.1 Istumatyön ohjeistus.....	17
5.2 Seisomatyön ohjeistus.....	18
6 SOLUN NYKYTILANNE JA ONGELMAT	20
6.1 Solun nykytilanne	20
6.2 Solun nykyinen layout	21
6.3 Solun ongelmat	22
6.3.1 Pöytätilat	22
6.3.2 Työkalut	23
6.3.3 Varastot	24
6.3.4 Materiaalivirrat	25
6.3.5 Ergonomia	26
7.1 Uusi layout.....	27
7.2 Materiaalivirrat.....	28
7.3 Työkalut.....	29
7.4 Varastot	30
7.5 Ergonomia	32

7.6 Tuotannonohjaus.....	32
8 VAIKUTUKSET MUUHUN TUOTANTOON	34
9 POHDINTA	36
LÄHTEET.....	37
LIITTEET	
Liite 1 Lähtötietomuistio	

1 JOHDANTO

1.1 Lähtökohdat

Nykyään yritykset pyrkivät tehostamaan tuotantoaan, jotta he pystyisivät vastaamaan asiakkaiden tarpeita mahdollisimman nopeasti. Tuotanto on tehokasta, kun tuotannossa ei synny turhia katkoksia. Tuotannon katkoksia yleensä aiheuttavat puuttuvat materiaalit, hukassa olevat työkalut, työympäristön epäjärjestys ja ahtaat työtilat.

Ongelmien selvittely aloitetaankin yleensä tutustumalla tuotannon toimintaan ja haastatteleamalla tuotannon työntekijöitä. Haastatteluilla pyritään pääsemään sisälle solun toimintaan ja sen ongelmakohtiin. Aina kun halutaan muutoksia nykyiseen toimintaan, muutokselle täytyy löytyä selkeät perustelut. Perusteluina voidaan käyttää esimerkiksi laskelmia tuotannon tehokkuudesta.

Yleisiä tuotannon muutoksia ovat tuotannon layoutin muutokset ja materiaalivirtojen selkeyttäminen. Tuotantotilojen ahtautta ja epäjärjestystä parannetaan tuotantopinta-alaa lisäämällä ja visualisoimalla tuotannossa käytettävien materiaalien ja työkalujen säilytyspaikat.

1.2 Työn tavoitteet

Vuonna 1988 perustettu Ouman Oy on kiinteistöautomaatiota valmistava yritys. Lämmönsäädön lisäksi tuotevalikoimaan kuuluvat säätöjärjestelmät kaikentyyppisiin ilmastointiratkaisuihin sekä erilaisiin kiinteistöjen ohjaus- ja valvontatarpeisiin. Ouman Oy on saavuttanut lämmönsäädön markkinajohtajuuden. (Ouman Oy 2011.)

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan Ouman Oy:n keskusvalmistustuotantosolun toimintaa. Tuotantosolussa tapahtuvia toimintoja ovat erilaisten keskuk-sien kokoonpano, testaus ja pakkaus. Työn tarkoituksena on kehittää tuotantosolua nykyisen volyymin tasolle. (Liite 1.)

Opinnäytetyön tuotoksia ovat keskusvalmistustuotantosolun uusi layout, solun materiaalivirrat ja solun ergonomia. Työssä selvitetään myös uuden solun vaikutuksia muuhun tuotantoon. (Liite 1.)

2 TUOTANNON OHJAUS

Tuotannonohjauksen tarkoituksena on tuotannon häiriötön toiminta. Huolellisesti suunniteltu tuotannonohjaus varmistaa tuotannon sujuvan toiminnan tuotteen materiaalien hankinnasta aina siihen asti, kunnes tuote luovutetaan asiakkaalle. (Röyttä 1988, 44.)

Tuotannonohjauksen tehtävä on estää valmistusvaiheiden välille tulevat odotukset ja seisokit. Odotuksella tarkoitetaan tuotteen valmistusvaiheiden välille kertyvää jonoa, eli valmistettava tuote ei pääse seuraavaan työvaiheeseen ilman odotusaikaa. Seisokilla puolestaan tarkoitetaan tuotannossa tulevaa häiriötä, eli valmistettava kappale ei pääse seuraavaan työvaiheeseen tuotannossa olevan häiriön vuoksi. (Röyttä 1988, 44.)

2.1 JOT-tuotanto

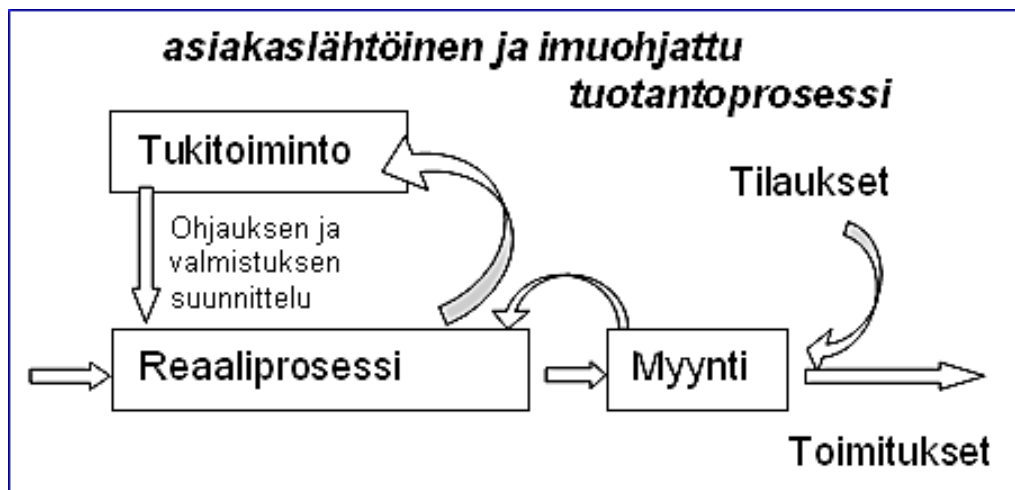
JOT-tuotanto eli juuri oikeaan tarpeeseen, sillä tarkoitetaan hyvin ohjattua tuotannonsuunnittelua. JOT-tuotannon tavoitteena on mahdollisimman lyhyt läpimenoaika ja häiriötön tuotanto. (Röyttä 1988, 45.)

JOT-tuotannon päämäärät ovat seuraavat (Röyttä 1988, 45):

- asiakkaan vaatimuksia vastaava laatu
- ennakoitavissa olevat toimitusajat
- lyhyet läpimenoajat
- joustavan tuotannon avulla valmistetut asiakasmyönteiset tuotteet
- kilpailukykyiset hinnat.

2.2 Tuotannonohjaustavat

Teollisuudessa, jossa valmistetaan kappaletuotteita, on käytössä joko imuohjaukseen tai työntöohjaukseen perustuva tuotannonohjaustapa. Imuohjatussa tuotannossa (kuva 1) asiakkaan tekemä tilaus käynnistää tuotantoprosessin.

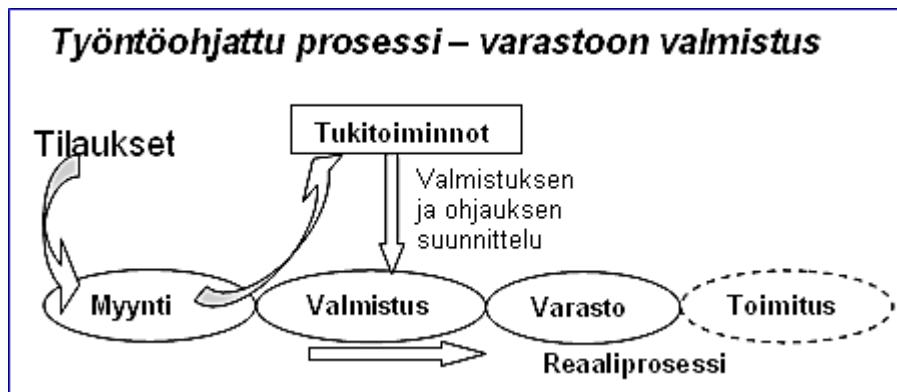


KUVA 1. Imuohjauksessa asiakkaan tekemä tilaus käynnistää tuotannon (Toiminta työpisteessä)

Imuohjauksen tunnuspiirteitä ovat seuraavat asiat (Röyttä 1988, 50):

- valmistus tapahtuu yhdessä työpisteessä
- odotus- ja kuljetusajat ovat lyhyet
- valmistus- ja läpimenoajat ovat lyhyet.

Työntöohjatussa tuotannonohjauksessa (kuva 2) valmistetaan tuotteita varastoon. Valmistettaessa tuotteita varastoon yritys mahdollistaa nopeat toimitukset asiakkaille ja korkean asiakastyytyväisyyden. Varastoon valmistamisen perustana on myyntisuunnitelma, joka on laadittu tulevalle kaudelle. Myyntisuunnitelmat perustuvat yleensä totuttuihin tietoihin asiakkaiden ostosuunnitelmista, esimerkiksi kausivaihtelut. (Tuotannon ohjaus.)



KUVA 2. Työntöohjauksessa valmistetaan varastoon (Toiminta työpisteessä)

Toimittaessa myyntisuunnitelmien mukaan ovat vaarana ylituotanto tai tuotannon riittämättömyys. Myyntiennusteiden mennessä yläkanttiin on vaarana, että myytäväksi tehdyt tuotteet jäävät myymättä ja kasvattavat varastoa. Alakanttiin menneet myyntiennusteet aiheuttavat varmojen kauppojen menettämistä puuttuvien tavaroiden vuoksi. Myyntisuunnitelmien mukaan valmistus voi myös aiheuttaa sen, että yritys valmistaa sellaista tuotetta, jolle ei ole kysyntää oletetulla tarpeen hetkellä. (Tuotannon ohjaus.)

Työntöohjatun tuotannon tunnusmerkit ovat seuraavat (Röyttä 1988, 47):

- läpimenoajasta suurin osuus tulee kuljetus-, odotus- ja asetusajoista
- kasvavat läpimenoajat
- tuotannossa keskeneräisiä tuotteita
- materiaalien häviäminen valmistuksen aikana.

3 LEAN-AJATTELU

Lean-ajattelussa pyritään palvelemaan asiakasta mahdollisimman pienin kustannuksin, kuitenkin siten, että asiakas pysyy tyytyväisenä. Lean-ajattelun keskeisiä tavoitteita ovat motivoitunut henkilöstö, tehokas tuotanto, toimiva varastointi ja alhaiset kustannukset. Voidaan sanoa, että Lean-ajattelu kuvastaa tuotannon tavoitetilaa. Seuraavissa kohdissa esitellään Lean-ajattelun 7 hukkaa ja työkaluja, joilla voidaan saavuttaa tehokas tuotanto. (Säkkinen 2010, 18.)

3.1 Tuotannon 7 hukkaa

7 hukkaa on hyvä menetelmä yrityksen toiminnan tarkasteluun. Menetelmän avulla yritys saavuttaa tyytyväiset asiakkaat aiempaa pienemmillä kustannuksilla. Tuotannon 7 hukkaa määritteen avulla yritys pystyy helposti tarkastelemaan omaa toimintaansa. 7 hukkaa helpottaa yritystä havaitsemaan tuotannon pullokaulat ja turhat kustannukset. Tuotannon 7 hukkaan kuuluvat ylituotanto, odottaminen, materiaalien siirrot, ylimääräinen prosessointi, varastointi, turhat liikkeet ja virheet. (Lean management 2008.)

Ylituotannolla tarkoitetaan, että yrityksen tuottavuus on suurempi kuin menekki, mikä seuraa epäluotettavuudesta prosessia tai laitteistoa kohtaan. Yrityksen huono sisäinen kommunikaatio lisää ylituotantoa. Toinen 7 hukasta eli odottaminen voi myös johtua huonosta kommunikaatiosta. Odottamista syntyy, kun materiaalit eivät saavu ajoissa tai tuotannon valmistumista joudutaan odottamaan. (Lean management 2008.)

Materiaalien siirrot ja turhat liikkeet lisäävät tuotannon hukkatiloja. Turhat tuotteiden siirtelyt eivät paranna yrityksen tuottavuutta. Materiaaleja siirrettäessä henkilöstö joutuu poistumaan työalueeltaan noutaakseen tarvittavia työkaluja ja materiaaleja. Näihin tuhlaantuu paljon aikaa ja tuotantoon tulee katkoksia. (Lean management 2008.)

Virheillä tarkoitetaan viallisia tuotteita sekä viallista informaatiota. Pahimmillaan viallinen tuote liikkuu eri tuotantopaikkojen välillä, mikä johtaa ylimääräiseen työhön. Tarpeettomien varastojen kertyminen on merkki huonosta informaatiovirrasta. Huonosta informaatiovirrasta seuraa myös ylimääräistä prosessointia, jolla tarkoitetaan väärän prosessin, laitteen tai alihankkijan käyttöä. Nämä kasvattavat ylimääräisen työn tekemistä. (Lean management 2008.)

3.2 Lean työkalut

Seuraavassa esitellään Leanin työkaluja, joilla saadaan poistettua tuotannon hukkia ja pystytään rakentamaan tehokas tuotanto.

3.2.1 5S

5S on alun perin japanilaisten kehittämä työkalu hukkien eliminoimiseen. Käytännössä 5s asettaa työntekijöille ohjeita ja toimintatapoja. 5s:n avulla työpiste pystytään helposti järjestämään häiriöttömäksi. (5S ja 7 hukkaa 2011.)

5s:n määritelmä on seuraava (Säkinen 2010, 39):

- Lajitele (Sort): Lajitellaan turhat ja vähänkäytetyt työkalut ja materiaalit pois työpisteeltä
- Järjestä (Set in order): järjestetään materiaalit ja työkalut siten, että tarvittaessa niitä on helppo käyttää
- Puhdista (Shine): säännöllinen työpisteen puhdistus
- Standardoi (Standardize): tee näistä päivittäinen rutiini
- Ylläpidä (Sustain): motivoi ja kouluta yrityksen työntekijät toimimaan 5s:n mukaisesti.

3.2.2 Visuaalinen ohjaus

Visuaalisella ohjauksella tarkoitetaan tuotannon työpisteiden ja varastojen merkitsemistä siten, että tuotannon kulun ja toiminnan pystyy havaitsemaan silmäilemällä tuotantotilaa (kuva 3). Visuaalinen ohjaus on onnistunut, jos esimerkiksi tuotetta ostamaan tullut asiakas pystyy havaitsemaan silmäilemällä, miten hänelle tulevaa tuotetta valmistetaan ja mitä materiaaleja siihen käytetään. (Tuotava tehdas 1998.)



KUVA 3. Varastolinjojen visuaalinen merkintä (Ohjaus, merkintä ja suojaus)

Tuotantotilan tai varaston toiminnan pystyy havaitsemaan silmäilemällä, kun tuotantotilat ja varastot on tehty visuaaliseksi kylteillä, merkeillä tai mekanismeilla, jotka ovat visualisointi menetelmiä (kuva 4). Kylttien ja merkkien täytyy olla helposti havaittavissa, selkeitä sekä lyhyitä ja ytimekkäitä. (Ohjaus, merkintä ja suojaus.)

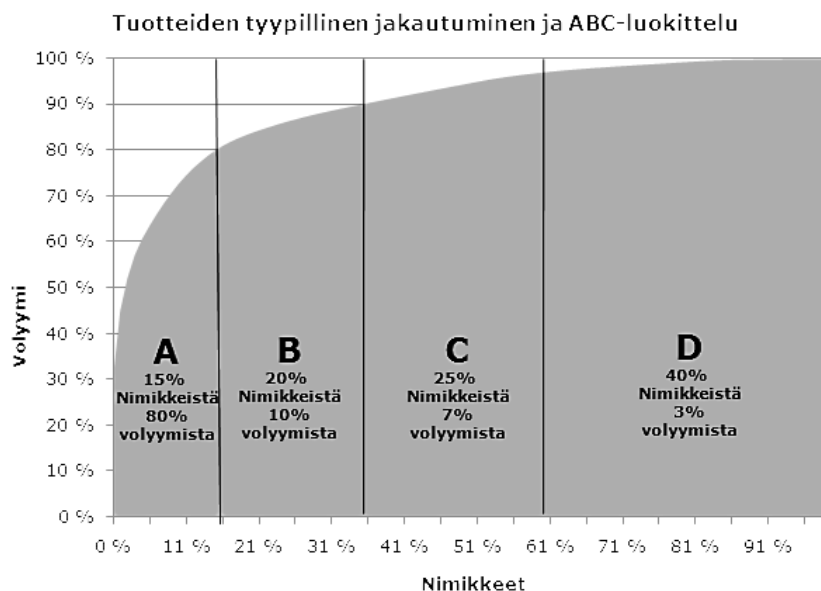


KUVA 4. Varastohyllyjen visuaalinen merkintä (Ohjaus, merkintä ja suojaus)

4 ABC-ANALYYSI

ABC-analyysillä tarkoitetaan varastossa olevien nimikkeiden erottelevaa analyysiä. Analyysin avulla pyritään erottelemaan ja luokittelemaan varastojen nimikkeet toisistaan niiden tärkeyden mukaan. Varastojen nimikkeiden luokittelu tehdään nimikkeiden vuosikulutuksen arvon perusteella. ABC-analyysin tuloksia käytetään hyödyksi varastovalvonnan kehittämisessä ja suunnittelussa. (Haverila – Uusi-Rauva – Kouri – Miettinen. 2009, 457 - 458.)

Nimikkeiden luokittelun (kuva 5) perusteella päätetään nimekeryhmien varastointipolitiikat. Nopeimmin kiertävät nimikkeet sijoitetaan A-luokkaan. Näiden nimikkeiden varastotäydennyksiin ja tasoihin tulee kiinnittää huomio tarkasti. B- ja C-luokkaan sijoitettavilla nimikkeillä tulee käyttää vähemmän resursseja vieviä varastontäydennysmenetelmiä. Useat yritykset jakavat nimikkeensä kahteen luokkaan, A ja C (Haverila ym. 2009, 457 - 458.)



KUVA 5. ABC-luokittelu (Elintarvikkeiden hankintaohjeistus - ABC-analyysi 2011)

Nimikkeet voidaan esimerkiksi jaotella kolmeen luokkaan seuraavalla tavalla: A-nimikkeet muodostavat 15 % nimikkeiden määrästä ja 80 % nimikkeiden kokonaismyynnistä. B-nimikkeet muodostavat 30 % nimikkeiden määrästä ja 15 % nimikkeiden kokonaismyynnistä. C-nimikkeet muodostavat 55 % nimikkeiden määrästä ja 5 % nimikkeiden kokonaismyynnistä. (Haverila ym. 2009, 457 - 458.)

Vuosikulutusarvoltaan suurille A-nimikkeille tulee pitää tarkkaa varastokirjanpitoa ja niitä tulee ohjata nimekekohtaisesti tiheällä täydennysrytmillä. Vähäisimmille B- ja C-nimikkeille tulee käyttää yksinkertaisia ohjausjärjestelmiä. (Haverila ym. 2009, 457 - 458.)

5 ERGONOMIA

Ergonomialla tarkoitetaan tekniikkojen ja toimintojen sovittamista ihmiselle sopivaksi. Ergonomian määritelmistä on eri tahoilla eri versioita, mutta kuitenkin niiden perussisältö on sama. Työsuojeluhallinto on laatinut ergonomialle seuraavanlaisen määritelmän:

”Ergonomia tarkoittaa työpisteen rakenteiden, työvälineiden, kalusteiden ja työmenetelmien kehittämistä ihmisten ominaisuuksien, toimintojen ja kykyjen mukaisiksi. Näitä on tarkasteltava kokonaisuutena ottaen huomioon työntekijöiden yksilölliset ominaisuudet. Tavoitteena on, että työ voidaan tehdä aiheuttamatta työntekijän terveydelle haitallista tai vaarallista kuormitusta tai tapaturman vaaraa. Tuki- ja liikuntaelinten liiallista kuormitusta voivat aiheuttaa toistotyö, yksipuoliset työliikkeet, raskaat nostot, huonot työasennot ja työliikkeet. Seurauksena on usein tuki- ja liikuntaelinten liiallista kuormitusta ja sairauksia.” (Ergonomia 2011.)

5.1 Istumatyön ohjeistus

Järjestettäessä työpisteeseen istumatyötä täytyy tarkistaa, ettei työskentely pakota kumartuneeseen ja kiertyneeseen asentoon, jolloin syntyy jännitystä. Työpisteellä täytyy myös olla hyvät jalkatilat ja jalat täytyy saada tukevasti lattiaan. Työpaikalla täytyy myös olla vaivatonta liikkua, eli työtuolit eivät saa haitata työpisteessä liikkumista. (Istuminen 2010.)

Työpisteessä käytettävien tuolien pitää olla helposti säädettäviä ja tukevia. Mukavuutta ja työssä jaksamista lisää hengittävät pehmusteet ja istuinpinnan etureunan alaspäin kaartavuus. Jos työtuolit eivät ole tukevia ja helposti säädettävissä, työskentelystä voi aiheutua jalkojen puutumista ja selän kipeytymistä. (Istuminen 2010.)

Istumatyötä suunniteltaessa täytyy ottaa huomioon myös työpisteessä käytettävien työvälineiden sijoittelu. Enimmäisetäisyyksien ulkopuolelle (kuva 6) kurkoteltut pakottavat työntekijää kumartuneeseen ja kiertyneeseen asentoon. Myöskin hartialinjan yläpuolelle tulevaa liikettä tulee välttää. (Istuminen 2010.)



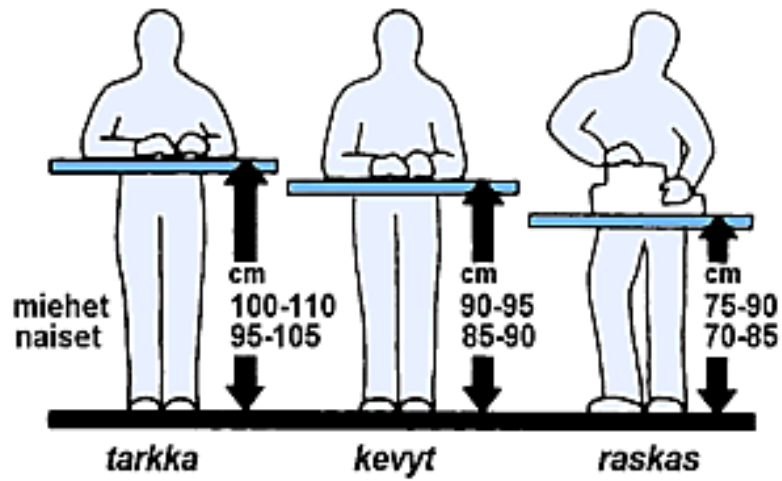
KUVA 6. Työkohteen materiaalien enimmäisetäisyydet istumatyössä (Istuminen 2010)

5.2 Seisomatyön ohjeistus

Seisomatyön tekeminen on välttämätöntä, kun työpisteessä liikutaan paljon ja tarvitaan ulottuvuutta. Voimaa vaativa työskentely on myös välttämätöntä tehdä seisomatyönä, jolloin työ rasittaa vähemmän. Myöskään seisomatyössä työtä ei saa tehdä jatkuvasti kumartuneena tai kiertyneenä. Hartialinjan yläpuolelle tuleva liike tulee minimoida, sillä se aiheuttaa hartioiden ja niskan jäykistymistä. (Seisominen 2010.)

Seisomatyön haittoja ovat raskaus, jalkojen ja selän kipeytyminen. Ehkäistämiseksi näitä haittoja tulee ottaa huomioon seisomapinnat ja työntekijän kengät. Suositeltavat seisomatyön lattiapintoja ovat puulattia, kumimatto ja muovimatto. Työntekijän kenkien tulee olla tukevapohjaisia ja tilavia. Seisomatyön haittoja

pystytään myös ehkäisemään siten, että järjestetään taukojen ajaksi työntekijöille istuimet ja tarkastetaan työpöytien korkeudet (kuva 7). (Seisominen 2010.)



KUVA 7. Seisomatyön ohjeistus. (Seisominen 2010)

6 SOLUN NYKYTILANNE JA ONGELMAT

Seuraavana esitellään keskusvalmistustuotantosolun tilannetta 2011 tammi-kuussa. Viimeisen vuoden aikana keskusvalmistustuotantosolun tuotantotilat ovat käyneet ahtaiksi. Esittelyn tarkoituksena on perehdyttää lukija solun toimintaan.

6.1 Solun nykytilanne

Keskusvalmistus tuotantosolussa valmistetaan useita eri tuotteita. Osaa tuotteista valmistetaan vain muutamia vuodessa, kun toisia valmistetaan useita satoja kappaleita. Solun pääasiallinen toiminto on kokoonpano, mutta kaikki tuotteet tarvitsevat myös erillisen testauspisteen. Valmiisiin keskuksiin tarvitaan koteloidia, säätimiä, antureita, johtosarjoja ja erilaisia kytkimiä.

Tuotteisiin tarvittavat kotelot sijaitsevat suurten kokojensa vuoksi tuotantosolun vieressä kuormalavahyllyssä. Koteloita haetaan kuormalavahyllystä yhden sarjan vaatima määrä.

Tuotteisiin tarvittavat säätimet ja anturit tulevat tuotantotilojen muista soluista. Nämä säätimet ja anturit tuodaan keskusvalmistus tuotantosolussa olevaan varastotilaan, josta solun työntekijät ottavat niitä sarjan tarvitseman määrän.

Johtosarjat sijaitsevat tuotantosolussa osittain hyllyssä ja lattialla laatikoissa varastotilojen puutteellisuuden vuoksi. MK 1-3 -yksikön tarvitsemat johdot (kuva 8) ovat pöydän alla rullassa, josta solun työntekijät valmistavat ne tarvitun pituiseksi. Tämä johtojen valmistus vaatii yhdeltä työntekijältä jopa koko työpäivän.

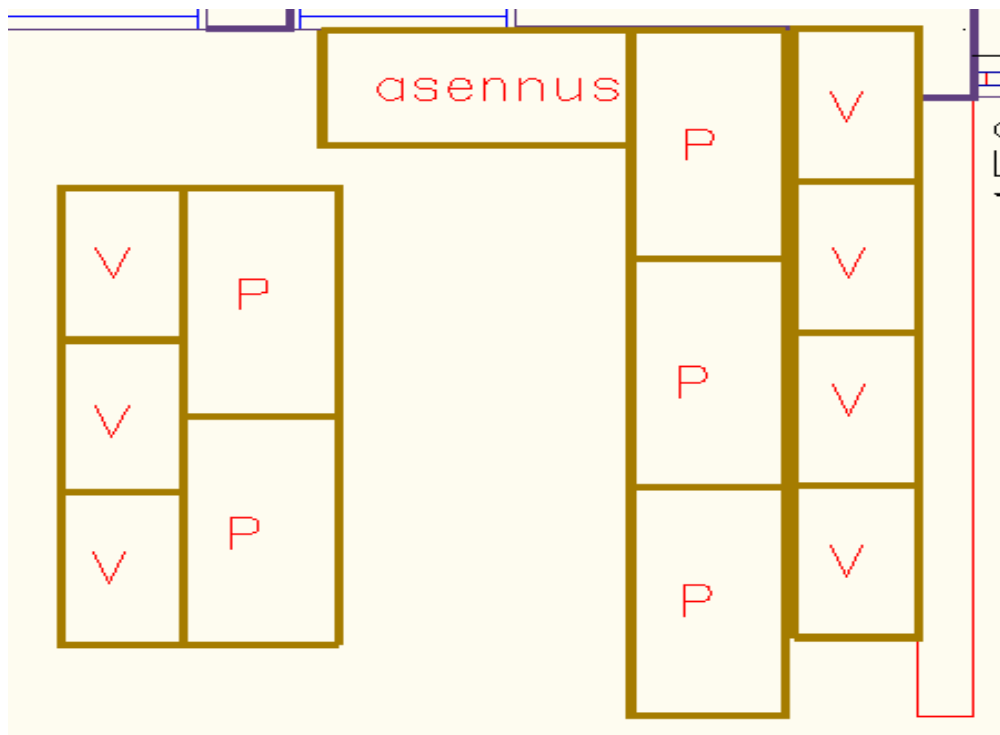


KUVA 8. MK 1-3 -johdot

6.2 Solun nykyinen layout

Nykyinen keskusvalmistustuotantosolu on käynyt ahtaaksi tuotannon kasvaessa. Solussa työskentelee pääsääntöisesti kahdesta kolmeen henkilöä, ja siellä valmistetaan jopa kymmentä eri tuotetta. Pöytätilojen puute ja solun ahtaus ovat tehneet työskentelystä vaikeaa ja hidasta.

Keskusvalmistustuotantosolun nykyinen layout selviää kuvasta 9. Käytössä olevat pöytätilat on merkitty kuvaan P-kirjaimella ja varastot kirjaimella V, joihin tuodaan muissa Ouman Oy:n tiloissa valmistettavat säätimet ja anturit. Kuvaan on myös merkitty ”asennus”, joka tarkoittaa solussa tarvittavaa asennustelineitä.



KUVA 9. Nykyinen layout

6.3 Solun ongelmat

Seuraavassa perehdytään solun toiminnan kannalta esiin tulleisiin ongelmiin.

6.3.1 Pöytätilat

Tuotantosolun pöytätilat (kuva 10) eivät ole enää riittävät tehokkaaseen tuotantoon, sillä nykyään tuotannon kasvun vuoksi työntekijöitä tarvitaan 2 - 3. Osa työntekijöistä joutuu käyttämään pöytätilojen puutteen vuoksi muiden tuotantosolujen työpöytiä, eikä tuotanto ole enää tehokasta, koska työvälineet eivät ole lähellä ja heti käytettävissä.



KUVA 10. Nykyiset pöytätilat

Tuotantosolun ahtaat pöytätilat ovat luoneet soluun epäjärjestyksen. Epäjärjestys on aiheuttanut sen, että työvälineiden ja osien etsimiseen kuluu aikaa eikä tuotanto ole enää tehokasta.

6.3.2 Työkalut

Tällä hetkellä tuotantosolussa tarvittavat työkalut sijaitsevat ympäri tuotantosolua pöydillä ja erilaisten vaunujen päällä (kuva 11). Työkalujen sekalainen järjestys aiheuttaa tuotannolle lisäkustannuksia, sillä työntekijät joutuvat etsimään päivittäin työkalujaan. Tämän etsimisen aiheuttaa se, että ei työkaluille ole yhteistä paikkaa jossa niitä säilytetään. Etsintään kuluu päivittäin työntekijöiden arvion mukaan 15 – 30 minuuttia.



KUVA 11. Nykyinen työkaluvaunu

Tarkastellessani solun toimintaa huomasin, että työkalujen mennessä hukkaan työntekijät vievät toisilla käytössä olevia työkaluja. Työntekijät odottivat, että toinen työntekijä ei enää tarvinnut tiettyä työkalua ja sitten ottivat tarvitsemansa työvälineen. Tämä toistui aina, kun työvälineet menivät hukkaan solun epäjärjestyksen vuoksi.

6.3.3 Varastot

Varastot ovat käyneet myös pieneksi tuotannon kasvaessa. Tuotantomäärien kasvaessa kaikki tarvittavat materiaalit eivät ole enää mahtuneet keskusvalmistus- ja tuotantosolun varastoihin. Nykyään suuret määrät materiaalia varastoidaan tuotantosolun lattialle tai pöytien alle (kuva 12). Lattialla olevat varastot vaikeuttavat tuotantosolun toimintaa ja liikkumista solun sisällä.



KUVA 12. Varastotilat pöytien alla

Varastojen järjestys on myös kärsinyt tuotannon kasvusta. Solussa ei pysty helposti ja visuaalisesti hahmottamaan, mitä missäkin on. Tietyille osille varatut varastohyllyt ovat täyttyneet muilla osilla, ja tämä hankaloittaa oikeiden materiaalien ottamista eri tuotteisiin. Varastotilojen täytyy vähintään kaksinkertaistua, jotta varastot saadaan pois lattialta ja tuotanto tehokkaaksi.

6.3.4 Materiaalivirrat

Nykyisessä tuotantosolussa ei enää ole selkeitä materiaalivirtoja, koska tilat ovat käyneet ahtaaksi tuotannon kasvaessa. Säätimille ja antureille ei ole enää selkeitä paikkoja, joihin muut työntekijät tuovat niitä.

Kun tuotannon muut työntekijät tuovat materiaalia soluun, he joutuvat tiedustelemaan solussa työskenteleviltä työntekijöiltä, mihin materiaalit laitetaan. Yleisin

vastaus materiaalia tuoville työntekijöille on: ”laittakaa sinne, mistä löydätte tilaa.” Myöskään muille tuotantosolussa tarvittaville materiaaleille ei ole nimettyjä paikkoja, joten ne sijoitetaan sinne, mistä tilaa löydetään

6.3.5 Ergonomia

Keskusvalmistus tuotantosolun ergonomia on huono, koska pöytätilat ovat ahtaat ja osa varastosta sijaitsee jaloissa lattialla. Koska osa varastosta sijaitsee lattialla, työntekijät joutuvat loikkimaan varastojen yli ja nostelemaan lattialta materiaaleja aina tarvittaessa. Nämä jatkuvat materiaalien nostelut lattialta pöydälle huonontavat tuotantosolun ergonomiaa ja varastojen pito lattialla jaloissa aiheuttaa kaatumisvaaran (kuva 13).



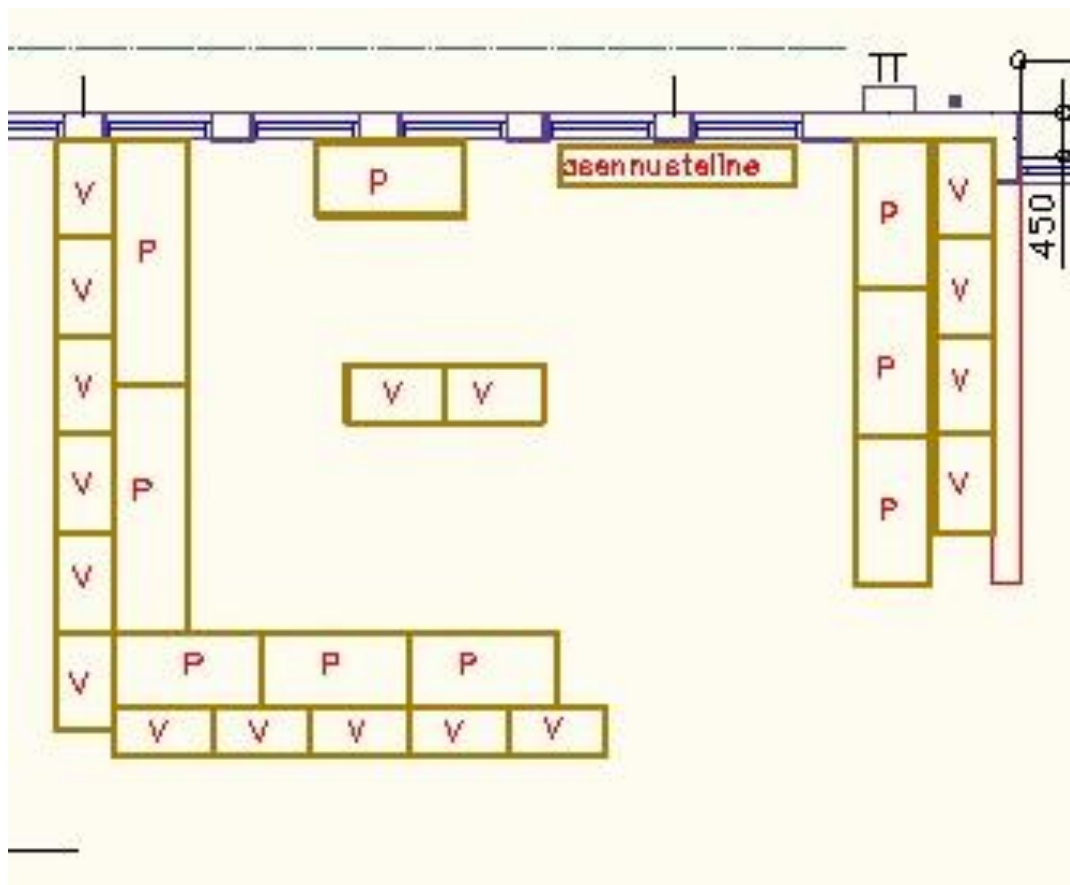
KUVA 13. Tuotantosolun ergonomia kärsinyt

7 TUONNANTOSOLUN TEHOSTAMINEN

Seuraavassa käydään läpi keskusvalmistustuotantosolun tehostamiseen vaadittavia parannuksia.

7.1 Uusi layout

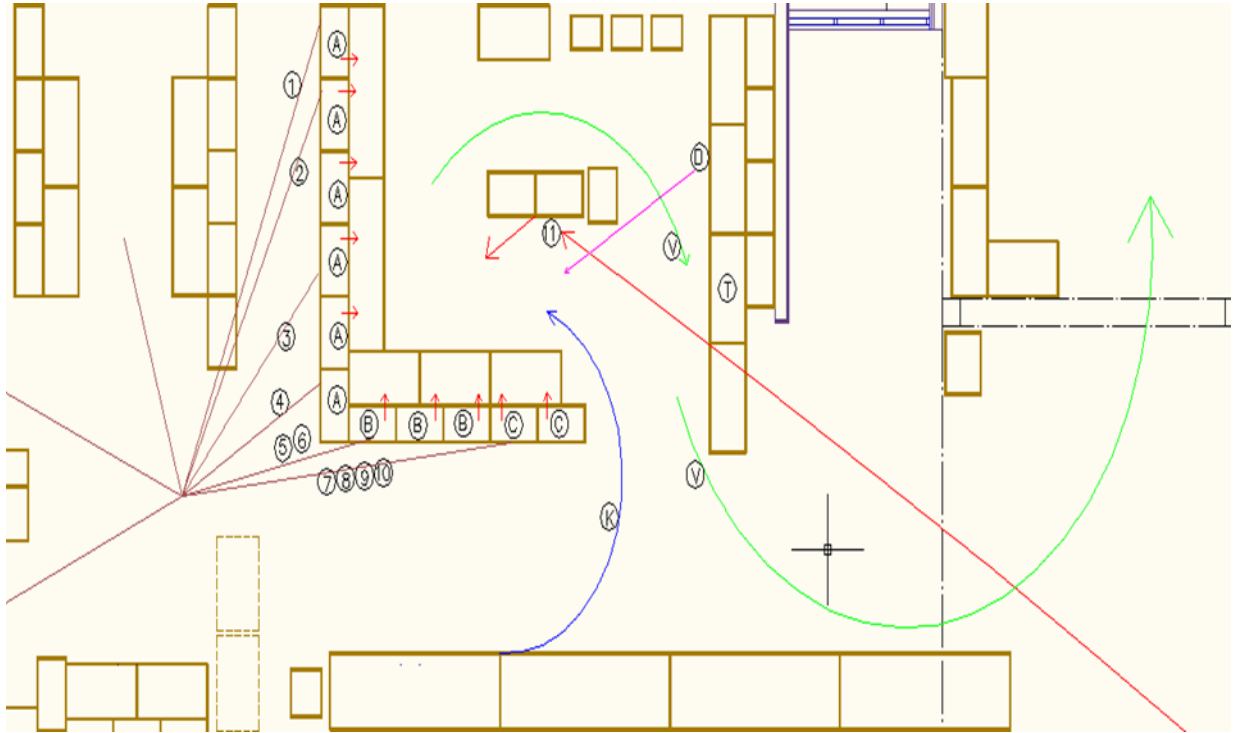
Uudelleen suunnitellussa keskusvalmistustuotantosolussa (kuva 14) on kaksinkertaistuneet pöytä- ja varastotilat. Uudessa keskusvalmistustuotantosolussa liikkuminen on myös helpottunut, sillä enää varastoja ei pidetä lattialla ja työkentelytila riittää ongelmitta kolmelle työntekijälle.



KUVA 14. Uusi layout

7.2 Materiaalivirrat

Materiaalivirrat ovat parantuneet huomattavasti. Uudessa tuotantosolussa on kaikille materiaaleille nimetyt paikat. Materiaalivirta kulkee myös järjestyksessä eri työvaiheiden läpi siten, että ensin on kokoonpano, toisena kaapelointi, kolmantena testaus ja neljäntenä pakkaus (kuva 15).



KUVA 15. Materiaalivirrat

Materiaalivirrat kuvaan (kuva 15) on merkitty säätimet numeroilla 1 - 10. Jokaiselle säätimelle löytyy nimetty paikka, ja ne kulkevat varastoista työpöydälle läpivirtauksena. Anturien liikkuminen on merkitty kuvaan numerolla 11. Anturi- ja säädinvarastojen täyttämistä vastaavat säädin- ja anturisolujen työntekijät. Keskuksien kotelot haetaan solun viereisestä kuormalavahyllystä. Keskuksien kotelot on merkitty kuvaan kirjaimella K.

Kirjaimilla A, B, C ja D kuvataan tuotteiden valmistuksessa tarvittavien materiaalien sijaintia. A-kirjaimella kuvataan volyymi tuotteiden materiaalien sijaintia ja

tuotantosolussa. B-kirjaimella kuvataan puolestaan EH-60-materiaalien sijaintia ja C-kirjaimella VAK-kaappien materiaalien sijaintia. MK-keskuksien kaapeleiden valmistuspaikkaa kuvataan kirjaimella D.

7.3 Työkalut

Omien havaintojen jälkeen ja haastateltuani keskusvalmistustuotantosolun työntekijöitä tulin siihen tulokseen, että soluun tulisi hankkia työkaluvaunu tuotannon tehostamiseksi. Tällä hetkellä työkalut sijaitsevat ympäri tuotantosolua. Solun työntekijöiden arvion mukaan työkalujen etsimiseen kuluu aikaa 15 – 30 minuuttia päivässä. Työkaluvaunu parantaa solussa työskentelevien työtehoa ja siitä seuraavana laskelma:

Työntekijän työpäivät keskimäärin vuodessa on 220 ja työkalujen etsimiseen kuluu 0,25 h - 0,5 h päivässä. Yhdeltä työntekijältä työkalujen etsimiseen menee jopa $220 * 0,5 \text{ h} = 110 \text{ h}$ vuodessa. Parhaimmassakin tapauksessa työkalujen etsintään kuluu aikaa $220 * 0,25 \text{ h} = 55 \text{ h}$.

Työntekijän palkan ollessa 14 euroa tunnilta, parhaimmassa tapauksessa työkalujen etsintä maksaa yritykselle $14 \text{ e} * 55 = 770 \text{ e}$ ja pahimmillaan $14 \text{ e} * 110 = 1540 \text{ e}$ vuodessa.

Hankittaessa tuotantosoluun työkaluvaunu, arvioni mukaan työkalujen etsimiseen kuluu enää vain 1 minuutti päivässä. Tämä tekee vuodessa 220 minuuttia eli 3.67 h ja etsinnän hinnaksi tulee $14 \text{ e} * 3.67 = 51,38 \text{ e} / \text{vuosi}$. Työkaluvaunun ansiosta (kuva 16) vuosittainen säästö työkalujen etsinnässä yhden työntekijän kohdalla olisi $718.62 \text{ e} - 1488.62 \text{ e}$



KUVA 16. Huoltovaunu (Vaunut 2010).

7.4 Varastot

Varastojen toimivuutta pystyy parantamaan siten, että järjestetään ja visualisoidaan varastot. Järjestyksen ylläpidon apuna käytetään 5s:n määritelmää. Ensin lajitellaan varastosta turhat materiaalit pois, minkä jälkeen järjestetään materiaalit siten, että niitä on helppo käyttää. Kolmantena vaiheena on puhdistus, eli puhdistetaan varastot säännöllisesti ylimääräisistä tavaroista. Neljäntenä vaiheena on standardointi eli tehdään kolmesta ensimmäisestä vaiheesta osa päivittäistä rutiinia. Viimeisenä vaiheena on ylläpito eli motivoidaan ja koulutetaan työntekijät toimimaan 5s:n mukaisesti. 5s:n määritelmää kannattaa pitää yle-

sesti käytössä keskusvalmistustuotantosolussa, sillä se parantaa työn tehokkuutta.

Varastojen havainnointia parannetaan visualisoimalla eli merkitään varastot tarroilla molemmin puolin (kuva 17). Tämä helpottaa varastojen täyttämistä takaa-päin, ja muiden tuotantosolujen työntekijät pystyvät tuomaan varastoihin materiaalia ilman turhia kyselyitä, mihin materiaalit sijoitetaan varastossa.



KUVA 17. Varastojen visuaalinen merkintä

Varastohyllyihin saatiin lisää tilaa kehittämällä kaapeleille mix-laatikot. Mix-laatikot sisältää 30 kappaleen sarjan tarvitsemat kaapelit. Tuotantosoluun tuodaan mix-laatikko, kun aloitetaan tuotesarjan valmistus. Enää ei tarvitse säilyttää suuria määriä kaapeleita työpisteiden varastoissa, vaan työpisteen varastotilat pystytään täyttämään pienemmillä materiaaleilla.

7.5 Ergonomia

Keskusvalmistustuotantosolun ergonomia saatiin paremmaksi samassa yhteydessä, kun tuotantosolua laajennettiin. Tilavampien varastojen ansiosta materiaalit saatiin pois lattialta, joten enää ei tarvitse kumartua ottamaan tarvitsemaansa materiaalia ja eivätkä latioilla ennen lojuneet materiaalit ole aiheuttamassa kaatumisvaaraa. Työntekijöitä rasittavat kurkottelut on myös saatu minimoitua varastojen uudelleen järjestelyn myötä, eli volyymituotteiden materiaalit on siirretty lähelle työntekijää. Toimimalla tuotantosolussa 5s:n määritelmän mukaisesti pystytään varmistamaan hyvät ja ergonomiset työolot.

Tällä hetkellä keskusvalmistustuotantosolussa ei ole helposti korkeussäädettäviä veivi- tai moottoripöytiä. Helpposäätöisten pöytien hankintaan ei ole perusteltua, sillä solun työntekijät ovat samanpituisia, joten pöytien jatkuvaan korkeussäätöön ei ole ollut tarvetta. Tulevaisuudessa, jos työntekijät keskusvalmistustuotantosolussa vaihtuvat, suosittelen tarkastelemaan uudelleen helpposäätöisten pöytien hankinta tarvetta. Nykyisten työntekijöiden työssä jaksamista voidaan parantaa siten, että hankitaan työntekijöille tukevapohjaiset ja seisomatyöskentelyyn sopivat jalkineet.

7.6 Tuotannonohjaus

Seuratessa uuden keskusvalmistustuotantosolun toimintaa huomasin, että pöydille kasaantuu välillä paljon puolivalmiita tuotteita. Puolivalmiiden tuotteiden jumiutuminen tuotantosoluun johtuu tuotteeseen vaadittavien materiaalien puuttumisesta. Puolivalmiiden tuotteiden jumiutuminen soluun aiheuttaa sen, että pöytätiloja menee hukkaan, kun tuotteita joudutaan varastoimaan pöydillä ennen materiaalien saapumista. (Kuva 18.)



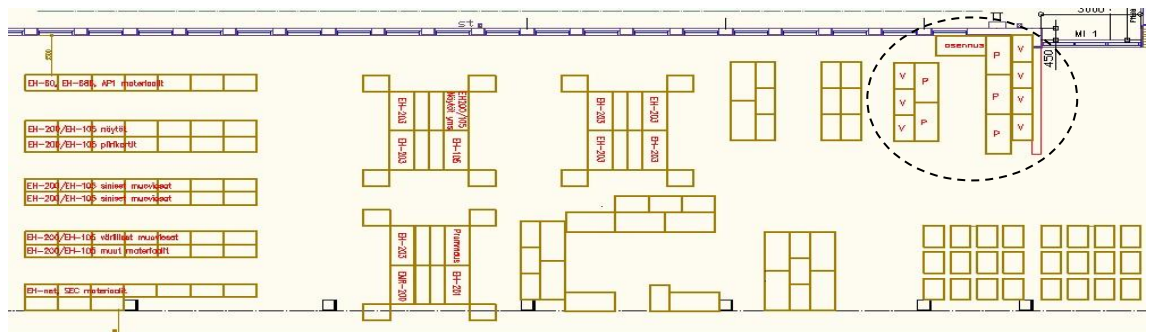
KUVA 18. Puolivalmiit tuotteet odottavat materiaaleja

Puolivalmiiden tuotteiden jumiutuminen voitaisiin estää siten, että ennen tuotesarjan valmistamista varmistetaan, että kaikki tarvittavat materiaalit ovat saapuneet varastoon. Viimeisten saamieni tietojen mukaan materiaalien toimitusvarmuuden ongelmaan on työryhmä selvittämässä ratkaisua.

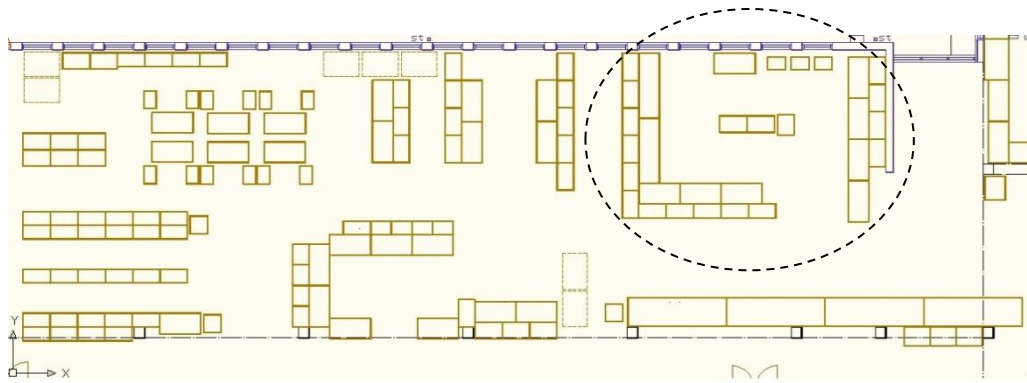
8 VAIKUTUKSET MUUHUN TUOTANTOON

Suunniteltaessa keskusvalmistustuotantosolu vastaamaan paremmin nykyistä volyymia jouduttiin muokkaamaan myös tuotantotilojen muita tuotantosoluja, jotta keskusvalmistustuotantosolulle saatiin tarpeeksi tilaa. Keskusvalmistustuotantosolun laajetessa muita tuotantosoluja jouduttiin siirtämään sijansa verran ja tuotantosolujen muotoakin jouduttiin muokkaamaan.

Vertailtaessa kuvia 19 ja 20 pystyy huomaamaan, että päädyssä olevia varastoja siirrettiin muiden tuotantosolujen yhteyteen. Näin saatiin tehostettua myös muiden tuotantosolujen toimintaa ja varastot osittain toimimaan läpivirtauksena. Turhia varastoja saatiin karsittua pois, jotta ne eivät ole kuluttamassa tuotantotiloja. Varsinaisen kehittämisen kohteena ollut keskusvalmistustuotantosolu on merkitty kuviin katkoviivalla.



KUVA 19. Tuotantotilat ennen muutosta



KUVA 20. Uudet tuotantotilat

Keskusvalmistustuotantosolun muokkauksesta oli hyötyä myös muille tuotantosoluille. Tuotantosolujen toiminta tehostui ja materiaalivirrat selkeytyivät. Myös materiaalien turhaa käsittelyä saatiin karsittua pois siirtämällä tarvittavia materiaalivarastoja tuotantosolujen yhteyteen.

9 POHDINTA

Insinööri työ tehtiin Ouman Oy:lle, joka valmistaa lämmönsäätimiä. Insinööri työn tavoitteena oli kehittää keskusvalmistustuotantosolua vastaamaan kasvanutta volyymia. Lisäksi työn teoriaosuudessa käsiteltiin ohjeistuksena työergonomian perusteita.

Aluksi määriteltiin ja rajattiin insinööri työn alue, minkä pohjalta laadittiin lähtötietomuistio. Lähtötietomuistion laatimisen jälkeen tutustuttiin tuotantosolun toimintaan ja haastateltiin tuotantosolun työntekijöitä. Toiminnan seuraamisen ja haastattelujen perusteella laadittiin insinööri työhön solun nykytilanne ja ongelmat.

Insinööri työn lopputuloksena oli aiempaa tilavampi layout, joka vastaa hyvin nykyistä tuotantoa. Alkuperäiseen layouttiin verrattuna pöytä- ja varastotilat laajenivat. Varastojen visualisointi ja työkaluvaunun hankinta lisäsivät tuotannon tehokkuutta, siten ettei työntekijöiden enää tarvitse kuluttaa työaikaansa materiaalien ja työvälineiden etsimiseen.

Mielestäni työ onnistui hyvin ja tuotantosolu saatiin vastaamaan nykyistä tuotantosolun volyymia. Työssä haettiin tähän hetkeen sopivin tuotantosolu keskussyksiköiden valmistukseen. Uskon, että insinööri työstä ja sen tuloksista on hyötyä Ouman Oy:lle.

LÄHTEET

Elintarvikkeiden hankintaohjeistus - ABC-analyysi. Scanplan Oy. 2011. Saatavissa: <http://www.hankintaohjeistus.fi/abc.php>. Hakupäivä 17.4.2011.

Ergonomia. Työsuojeluhallinto. 2011. Saatavissa: <http://www.tyosuojelu.fi/fi/ergonomia>. Hakupäivä 12.4.2011.

Haverila, Matti - Uusi-Rauva, Erkki - Kouri, Ilkka - Miettinen, Asko. 2009. Teollisuustalous. Tampere. Hämeen Kirjapaino Oy.

Istuminen. Työterveyslaitos 2010. Saatavissa: http://www.ttl.fi/fi/ergonomia/metodit/erg_tarkastusohje/Documents/istuminen.pdf. Hakupäivä 1.2.2011.

Lean management. Media planet. 2008. Saatavissa: <http://doc.mediaplanet.com/projects/papers/LeanManagementLOW.pdf>. Hakupäivä 20.1.2011.

Ohjaus, merkintä ja suojaus. Intolog. 2010. Saatavissa: <http://www.intolog.fi/app/product/list/-/id/23>. Hakupäivä 6.3.2011.

Ouman Oy. Ouman/yritys. 2011. saatavissa: <http://www.ouman.fi/fi/yritys/> hakupäivä 2.2.2011

Röyttä, Esko 1988. Tuotantotekniikka. Juva: WSOY.

Seisominen. Työterveyslaitos 2010. Saatavissa: http://www.ttl.fi/fi/ergonomia/metodit/erg_tarkastusohje/Documents/seisominen.pdf. Hakupäivä 1.2.2011.

Säkkinen, Jukka 2010. T342303. Tuotantojärjestelmät 3op. Opintojakson oppimateriaalit syksyllä 2009. Saatavissa: http://www.oamk.fi/~jusakkin/T342303/Tuotantojarjestelmat_2010.pdf. Hakupäivä 20.1.2011.

Toiminta työpisteessä. Opetushallitus. Saatavissa: http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/puutuoteteollisuus/yrittaminen/toiminta_tyopi-steessa/. Hakupäivä 17.4.2011.

Tuotannon ohjaus. Etälukio-yrittäjyysväylä. Opetushallitus. Saatavissa: <http://www2.edu.fi/yrittajyysvayla/?page=283>. Hakupäivä 17.4.2011.

Tuottava tehdas. Peltonen Aarne/opetushallitus. 1998. Saatavissa: <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/tuottavatehdas/tehdas6.html>. Hakupäivä 6.3.2011.

Vaunut. Sovella. 2010. Saatavissa: http://www.sovella.fi/content/pdf/catalogue_10_FI/FI66-73.pdf?from=7655937348449979. Hakupäivä 5.2.2011.

5S ja 7 hukkaa. Lean tools. 2011. Saatavissa <http://www.qk-karjalainen.fi/docs/5s.pdf?QKSessionID=7b7ae0eef9f1c05440b9227053f136db>. Hakupäivä 22.1.2011.

LIITE 1

LÄHTÖTIETOMUISTIO

Tekijäⁱ Antti Rimpeläinen

Tilaaajaⁱⁱ Ouman Oy

Tilaaajan yhdyshenkilö ja yhteystiedotⁱⁱⁱ Jukka Virkkala

Työn nimi^{iv} Keskusvalmistus- tuotantosolun kehittäminen

Työn kuvaus^v Keskusvalmistus- tuotantosolu on jäänyt ahtaaksi tuotannon kasva-
essa. Työssä kehitetään solu vastaamaan nykyistä volyymia.

Työn tavoitteet^{vi} Keskusvalmistuksen uusi layout, materiaalivirta, ergonomia ja uu-
den solun vaikutukset muuhun tuotantoon myös taloudelliselta kan-
nalta tarkastellen

Tavoiteaikataulu^{vii} Työ valmis huhtikuun 2011 loppuun mennessä

Päiväys ja allekirjoitukset^{viii} _____

ⁱ Tekijän nimi, puhelinnumero ja sähköpostiosoite.

ⁱⁱ Työn teettävän yrityksen virallinen nimi.

ⁱⁱⁱ Sen henkilön nimi ja yhteystiedot, joka yrityksessä valvoo työn suoritusta.

^{iv} Työn nimi voi olla tässä vaiheessa työnimi, jota myöhemmin tarkennetaan.

^v Työ kuvataan lyhyesti. Siinä esitetään muun muassa työn tausta, lähtötilanne ja työssä ratkaistavat ongelmat.

^{vi} Esitetään lyhyesti ja selvästi työn tavoitteet.

^{vii} Esitetään projektin tavoiteaikataulu. Silloin, kun työllä on välitavoitteita, myös ne merkitään aikatauluun. Tavoiteaikataulun ja oppilaitoksen yleisaikataulun perusteella tekijä laatii oman aikataulunsa.

^{viii} Lähtötietomuistio päivätään ja sen allekirjoittavat tekijä ja tilaaajan yhdyshenkilö.